

Effect of Cr-Mo on the Embrittlement of Pressure Vessel Steels
Temper Embrittlement of Cr-Mo pressure Vessel Steels

Shingo Sato, Teiichi Enami, Sasumu Matsui, Kazuo Aso, Yuji Kusuhara

Abstract:
The embrittlement of 2-1/4Cr-1Mo steel which is well known for its higher susceptibility to temper embrittlement was investigated as a function of austenitizing temperature, silicon, manganese, phosphorus and austenitizing time. The results show that the embrittlement is promoted by the increase of austenitizing temperature and the decrease of silicon, manganese and phosphorus content. The embrittlement is also promoted by the increase of austenitizing time. The embrittlement is suppressed by the increase of silicon, manganese and phosphorus content. The embrittlement is also suppressed by the decrease of austenitizing time.

Synopsis :

An investigation has been made of the influence of silicon, manganese, phosphorus and austenitizing temperature on the temper embrittlement of 2-1/4Cr-1Mo steel which is well known for its higher susceptibility to temper embrittlement.

8u

ul austenitizing temp(r)erat88undmp)3.5(r)thc(r)5(e)12(nd

UDC 620.192.49:621.785.72
669.15'24'28:621.772
620.172/178

ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ

Cr-Mo鋼を製造している。本報告では各種Cr-Mo鋼の脆化特性を示し、このうち脆化感受性の高い2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo鋼について脆化特性におよぼす化学組成の影響と、脆化低減対策と強度増加対策のかねあいの観点からオーステナイト化温度の影響に

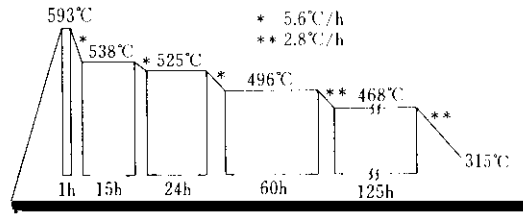
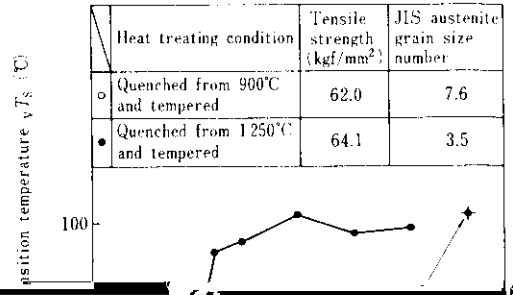


Fig.1 Step cooling condition for the experiments

2. 各種Cr-Mo鋼の焼もどし脆化特性

実装置におけるCr-Mo鋼の脆化は圧力容器として脆化温度域で長時間使用されることにより生じるものであるが、このような恒温保持のさいの脆化特性を確認するためには非常に長い時間を要する。そこで、脆化特性を短時間で評価するために、種々のステップクーリングと称する加速脆化



焼もどし脆化特性の調査結果を、鋼材肉厚による脆化特性の差を考慮して、鋼材肉厚ごとの脆化特性を比較検討する。

対しては組織なども大きな影響をおよぼすが、おおむね ΔvT_s はベイナイト組織の 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼で大きく、それより低グレードの Cr-Mo 鋼でも高グレードの Cr-Mo 鋼でも減少する傾向にある。一方ステップクーリング後の vT_s はベイナイト組織の 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼, 3Cr-1Mo 鋼および 5Cr- $\frac{1}{2}$ Mo

オーステナイト域からの冷却速度は鋼材肉厚によって制約されるし、焼もどしあるいは溶接後熱処理条件は鋼種、鋼材肉厚あるいは要求強度レベルなどによる制約を受けるので熱処理条件の選択の幅は狭い。そこでこの章では比較的脆化感受性の高い 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo 鋼を選び、脆化特性に及ぼす化学

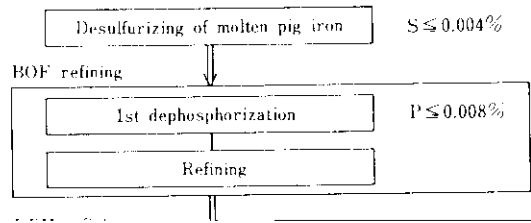
焼もどし脆化特性は、たとえば ΔvT_s で示される脆化感受性あるいは脆化処理後の靱性によって評価されており、したがって脆化前の靱性の向上と脆化感受性の低減を同時にはかることが必要で

果を示す。またとくに鋼材肉厚が増大した場合の脆化低減対策とそれにとりあう強度補償対策に関連して、オーステナイト化温度の調整について論ずる。これらの調査には Table 1 に示す高周波真

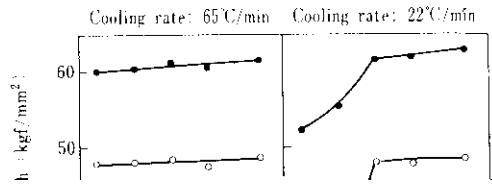
60

1980年11月

そのための一つの対策として V あるいは Nb の利用が考えられる。Fig. 7 は Table 1 の A~E 鋼を 950°C から 65°C/min および 22°C/min の平均冷却速度で冷却し、その後 690°C × 7.5h の焼もどしを行った場合の強度と脆化特性を V あるいは Nb の添加で示したものである。V、Nb いずれも、T_{1/2}



のような傾向を確認するために Table 1 の A, D, F~J 鋼に Fig. 7 の場合と同条件の熱処理を行い、強度と脆化特性に及ぼす Mn の影響を調査し、また Si と Mn の比較を行った。



ライトの生成によるものではない。Mnの脆化促

○ ● ◎ Cooling rate: 65°C/min

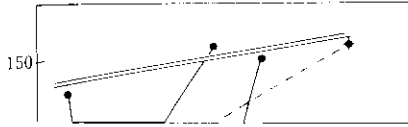
はこのパラメータ値を十分小さくしておく必要がある。しかし S はこの値が鋼材の強度

つぎに Fig. 15 には Table 1 の 3-8 鋼を 1200°C から 500°C/min の平均冷却速度で冷却し、Fig. 6

を低下させるし、Mn 量の減少はとくに極厚材では著しく強度を低下させるので、次節で示すような検討が必要となる。

と同条件の焼もどしを行った場合の強度を Fig. 6 の結果と比較して示す。いずれもマルテンサイトを主体とする組織であるが、1200°C 加熱材は焼

Austenite grain size number	Embrittling treatment	
	Step cooled	Held at 450°C
7.6 (fine)	◇	○
3.5 (coarse)	◆	●



粒度の影響度を求めた。この影響度を表す値、 $\Delta_v T_S / (-N_\gamma)$ は Fig. 17 に見られるように常に正值となるが、Si, Mn および P 量いずれを減少しても小さくなる。ここで N_γ は JIS によるオーステナイト粒度番号である。したがって Si, Mn および

(%)

昭和五十四年四月一日現在の本邦産鉄鋼の生産高